

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH *FILLER ZINC* PADA
PENGELASAN TITIK BEDA MATERIAL ANTARA *ALUMINIUM*
DAN *STAINLESS STEEL***



**Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi
Strata Satu Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh :

YUDI KRISTIANTO
NIM : D 200 130 159

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH *FILLER ZINC* PADA
PENGELASAN TITIK BEDA MATERIAL ANTARA *ALUMINIUM* DAN
*STAINLESS STEEL***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

YUDI KRISTIAN TO

D200130159

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dewan penguji :

1. M. Alfatih Hendrawan, ST, MT.

(Ketua Dewan Penguji)

Dosen Pembimbing

2. E. Bili Sugito, MT.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. D. Agus Haryanto, MT.

(Anggota II Dewan Penguji)

M. Alfatih Hendrawan, ST, MT.

NIK.976

4. D. Agus Haryanto, MT, Ph.D.

NIK.582

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA METALOGRAFI PENGARUH *FILLER ZINC* PADA PENGELASAN TITIK BEDA MATERIAL ANTARA *ALUMINIUM* DAN *STAINLESS STEEL*

Oleh :

YUDI KRISTIANTO

D200130159

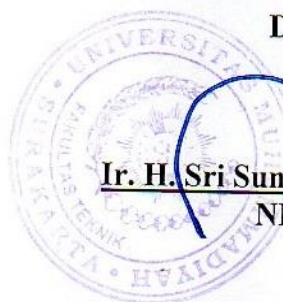
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 9 April 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan penguji :

1. M.Alfatih Hendrawan, ST,MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Bibit Sugito, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Agus Hariyanto, MT.
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,




Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D
NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 09 April 2018

Penulis



Yudi Kristianto

D200130159

ANALISA METALOGRAFI PENGARUH FILLER ZINC PADA PENGELASAN TITIK BEDA MATERIAL ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL

ABSTRAK

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam dimana logam dapat menyambung akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan Las titik dalam penggunaannya dapat menyambungkan beberapa jenis bahan plat. Sehingga las titik sering digunakan di dalam industri otomotif karena memiliki beberapa keunggulan yaitu prosesnya yang cepat, repeatability yang baik, rapi dan murah. Penelitian ini menggabungkan aluminium tebal 1,2 mm dan stainless steel tebal 1 mm dengan bahan pengisi/filler zinc tebal 0,2mm. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh filler zinc pada pengelasan beda material. Standar yang digunakan untuk ukuran pembuatan spesimen adalah ASME QW 462.9, untuk pengujian komposisi kimia menggunakan standar ASTM A751-01, sedangkan untuk pengujian foto mikro dan makro menggunakan standar ASTM E407-07. Las titik dengan parameter arus 6000A, 7000A, dan 8000A dengan parameter waktu 0,2detik, 0,3detik, dan 0,4detik. Hasil uji komposisi kimia, aluminium termasuk jenis aluminium paduan seri 6019, untuk stainless steel termasuk seri 430 dan untuk zinc termasuk seri ZA-12. Hasil pengujian makro ukuran logam las (nugget) semakin besar seiring kenaikan arus dan waktu. Pengelasan dengan filler mempunyai lebar nugget lebih besar dibandingkan dengan non filler. Pada pengamatan foto mikro terlihat perubahan struktur mikro antara logam induk, HAZ dan logam las.

Kata kunci : Las titik, beda material, aluminium, stainless steel, filler zinc.

ABSTRACT

Welding is a process of metal grafting in which metals can connect due to heat with or without the influence of pressure. Spot welding in their use can connect several types of plate materials. So welding point is often used in the automotive industry because it has several advantages that the process is fast, good repeatability, neat and cheap. The study combines a 1.2 mm thick aluminum and 1 mm thick stainless steel with a 0.2mm thick zinc filler / filler material. This study aims to determine the effect of zinc filler on different material welding. The standard used for the specimen preparation size is ASME QW 462.9, for testing of chemical composition using ASTM A751-01 standard, while for micro and macro photo testing using ASTM E407-07 standard. Spot welding with current

parameters of 6000A, 7000A, and 8000A with time parameters 0.2seconds, 0.3seconds, and 0.4seconds. The result of chemical composition test, aluminum including type of aluminum alloy series 6019, for stainless steel including 430 series and for zinc including ZA-12 series. The results of macro testing the size of weld metal (nugget) increases with the increase of current and time. Welding with filler has a larger nugget width than non filler. In micro photo observation, there is a change of micro structure between the parent metal, HAZ and welding metal.

Keywords: *Spot welding, different material, aluminum, stainless steel, filler zinc.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam dimana logam dapat menyambung akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan. *Resistance Spot welding* merupakan salah satu jenis metode pengelasan dimana dua plat atau lebih disambungkan menggunakan panas yang dihasilkan dari tahanan arus listrik.

Untuk memenuhi tuntutan produk yang berkualitas tinggi diharuskan adanya produk yang kokoh tetapi juga ringan. Pada pengelasan body kendaraan yang berbentuk lembaran/*sheet* dalam industri otomotif banyak menggunakan las titik. Untuk dapat bersaing dalam perkembangan zaman produk yang dihasilkan harus berkualitas. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dalam suatu produksi, pengelasan beda logam adalah salah satu solusi tepat, dengan memanfaatkan kelebihan dari material keduanya, dimana setiap logam memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Komposisi kimia dan sifat metalurgi setiap logam berbeda. Material baja tahan karat merupakan bahan yang sering digunakan dalam industri karena memiliki sifat ulet, tidak mudah teroksidasi dan mempunyai bobot yang berat jika dibandingkan dengan *aluminium*, sedangkan *aluminium* adalah logam

yang mempunyai sifat ringan, kuat, tahan korosi dan konduktor panas dan listrik yang baik.

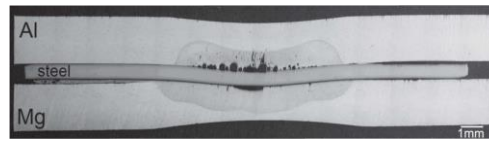
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis sambungan las titik beda material antara *aluminium* dan *stainless steel*. Dalam penelitian ini *filler* yang digunakan adalah *zinc*.

1.2 Tujuan

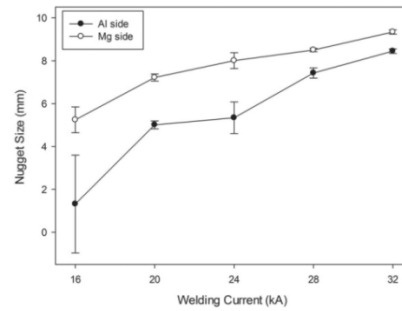
1. Mengidentifikasi komposisi kimia dari material logam yang digunakan.
2. Mendeskripsikan nugget (lebar logam las) hasil pengelasan.
3. Mengetahui pengaruh *filler* plat *zinc* pada pengelasan beda material dengan las titik terhadap struktur mikro sambungan las.
4. Membandingkan pengaruh *filler* dan *nono filler* pada pengelasan titik beda material terhadap struktur mikro didaerah Heat Affected Zone (HAZ) dan nugget (daerah logam las).

1.3 Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang pengelasan titik beda material telah dilakukan oleh Penner, L. Liu, A. Gerlich, And Y. Zhou (2014) dengan material *Aluminium* paduan 5754 dengan *Magnesium* paduan AZ31B menggunakan *interlayer* berupa plat baja yang berlapis *Zinc*. Ukuran Al dan Mg 100 x 35 x 2 mm dan baja *galvanis* dengan tebal 0,7 mm lapisan Zn murni dengan tebal lapisan 0,25 mm dengan ukuran 20 x 20 mm. Parameter yang digunakan dalam pengelasan 16-32 kA, dengan *cyce time* 5, gaya pengelasan 4 kN diameter elektroda 50,8 mm. Hasil penelitian tersebut adalah lebar nugget dan kekerasan. Penelitian tersebut menyatakan bahwa arus berpengaruh terhadap lebar diameter logam las (*nugget*) *aluminium*. Semakin besar arus, lebar diameter logam las (*nugget*) semakin besar pula Untuk struktur mikro menggunakan uji SEM.



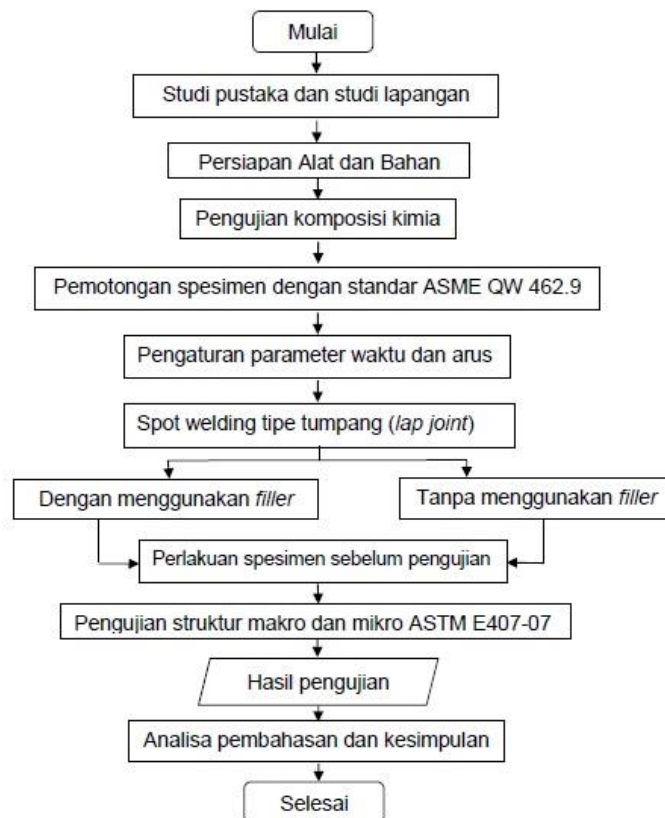
Gambar 1. Hasil uji struktur makro
(Penner, L. Liu, A. Gerlich, And Y. Zhou (2014))



Gambar 2. Pengaruh arus terhadap lebar *nugget*
(Penner, L. Liu, A. Gerlich, And Y. Zhou (2014))

2. METODE

2.1 Diagram alir penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

2.2 Alat

- Alat pengelasan : las titik (RSW) merk Dayok
- Alat bantu : alat ukur, mesin potong, tang, gergaji potong, cekam, kikir, *stop watch*, *resin*, *catalist*, ampelas, *hair dryer*, cairan etsa.
- Alat pengujian : alat uji komposisi kimia (*Spectrometer*), mikroskop makro, mikroskop mikro.

2.3 Bahan

Bahan penelitian : material plat *aluminium*, *stainless steel*, dan *filler zinc*.

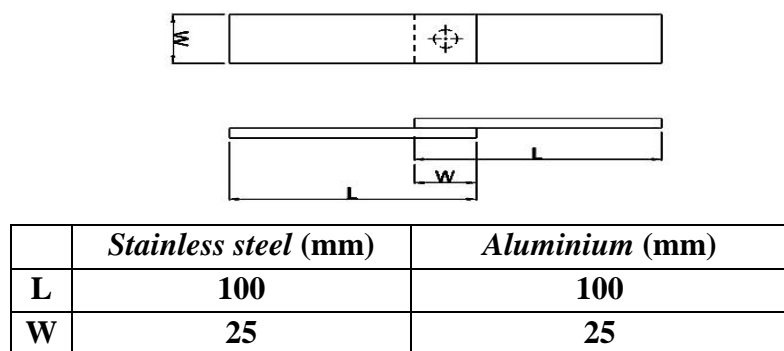
2.4 Langkah pengujian

Penelitian dilakukan dengan pengelasan las titik menggunakan tipe sambungan tumpang (*lap joint*). Spesimen terdiri dari 2 kelompok yaitu tanpa *filler* dan menggunakan *filler* dengan variasi parameter arus 6000A, 7000A, 8000 A dan waktu pengelasan 0,2 detik, 0,3detik, 0,4 detik.

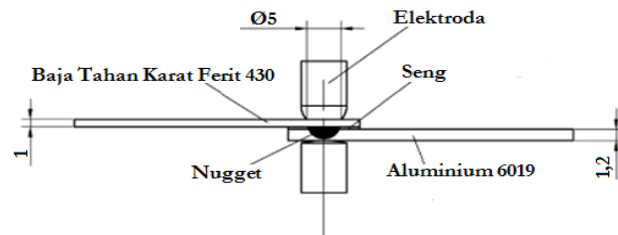
1. Pengujian komosisisi kimia

Pengujian komposisi kimia menggunakan standar ASTM A751-01.

2. Proses pengelasan



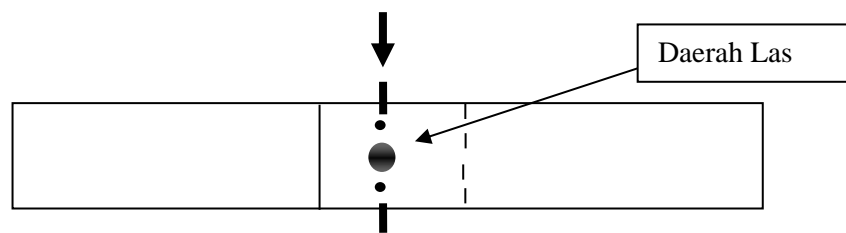
Gambar 4. Pemotongan spesimen standar ASME QW 462.9



Gambar 5. Skema pengelasan titik

3. Pengujian metalografi

Pengujian metalografi dimanfaatkan untuk pengamatan struktur makro dan mikro menggunakan mikroskop. Perbesaran yang dipilih untuk foto makro adalah 25 X, sedangkan untuk foto mikro yaitu 100 X dan 200 X perbesaran.



Gambar 6. arah pemotongan spesimen

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji komposisi kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui unsur kimia yang terdapat pada material. Penelitian ini menggunakan material *stainless steel*, *aluminium* dan *zinc*. *Stainless steel* dan *Aluminium* sebagai logam induk sedangkan *zinc* sebagai logam pengisi (*filler*). Berikut ini hasil dari pengujian komposisi kimia *Aluminium*, *stainless steel* dan *zinc*.

Tabel 1. Hasil uji komposisi kimia *aluminium*

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Al	98,22
2	Fe	0,553
3	Zn	0,511
4	Si	0,198
5	Cu	0,169
6	V	0,125
7	Cr	0,115
8	Ni	0,0411
9	Mn	0,0347
10	Mg	<0,0500
11	Sn	<0,0500
12	Pb	<0,0300
13	Ti	<0,0100
14	Ca	0,0048
15	Zr	<0,0030
16	Sr	<0,0005
17	Be	<0,0001

Dari tabel 1 diketahui bahwa unsur-unsur yang terkandung merupakan jenis *aluminium* paduan. Unsur –unsur yang dominan yaitu Al=98,22%,Fe=0,553% dan Zn=0,511%, dari 3 unsur tersebut kita masukkan data ke dalam “*MatWeb Material Property Data*” , kita dapatkan jenis material *aluminium* tersebut termasuk seri 6xxx yaitu 6019.

Tabel 2. Hasil uji komposisi kimia *stainless steel*

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Fe	81,9
2	Cr	16,4
3	Mn	0,700
4	Si	0,300
5	Ni	0,177
6	Cu	0,0750
7	Co	0,0722
8	Mo	0,0721
9	C	0,0622
10	V	0,0603
11	W	0,0380
12	Al	0,0316
13	Ti	0,0128
14	Nb	0,0124
15	Pb	<0,0100
16	P	<0,0050
17	S	<0,0050

Dari pengujian *spectrometer* material *Stainless steel* diperoleh hasil dengan prosentase tertinggi Fe= 81,9%, selain itu unsur yang dominan adalah Cr= 16,4%, sedangkan unsur paduan lainnya dibawah 1%. berdasarkan ASM *Handbook* vol 6 menggunakan *diagram schaeffler* dengan mencari % Cr dan % Ni, rumus tersebut yaitu

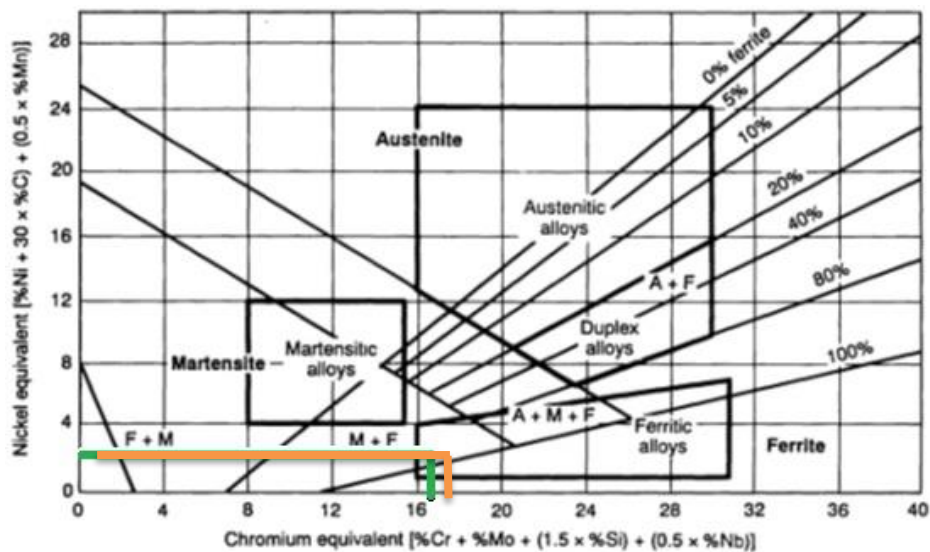
$$\text{Cr eq} = \% \text{Cr} + \% \text{Mo} + 1,5 \times \% \text{Si} + 0,5 \times \% \text{Nb}$$

$$\text{Ni eq} = \% \text{Ni} + 30 \times \% \text{C} + 0,5 \times \% \text{Mn}$$

Perhitungannya sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{Cr eq} &= \% \text{Cr} + \% \text{Mo} + 1,5 \times \% \text{Si} + 0,5 \times \% \text{Nb} \\ &= 16,4 + 0,0721 + (1,5 \times 0,300) + (0,5 \times 0,0124) \\ &= 16,5233 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ni eq} &= \% \text{Ni} + 30 \times \% \text{C} + 0,5 \times \% \text{Mn} \\ &= 0,177 + (30 \times 0,0622) + (0,5 \times 0,703) \\ &= 2,3945 \end{aligned}$$



Gambar 7. Diagram *schaeffler*

Tabel 3. Hasil uji komposisi kimia *zinc*

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Zn	78,9
2	Al	7,50
3	Fe	>2,00
4	Sn	2,31
5	Pb	1,27
6	Cd	0,317
7	Mn	>0,120
8	Ni	>0,0500
9	Mg	0,0300
10	Cu	<0,0500

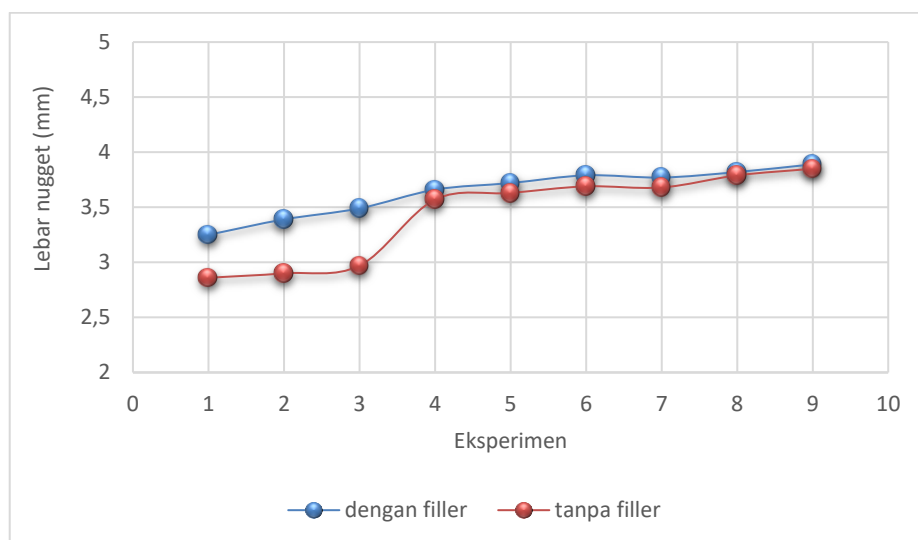
Dari hasil uji komposisi kimia *zinc*, unsur yang mendominasi adalah Zn yaitu sebanyak 78,9 %, Al sebanyak 7,50% dan Sn sebanyak 2,31%. Berdasarkan “*MatWeb Material Property Data*”, material tersebut termasuk *zinc* paduan seri ZA-12. Material jenis ini merupakan material yang memiliki kekuatan pembebanan besar.

3.2 Pengujian Metalografi

Pengujian metalografi dilakukan untuk mengetahui sifat fisis suatu material. Sifat fisik tersebut terbagi atas daerah logam induk (*Base Metal*), logam las (*Nugget*), dan daerah terpengaruh panas (*Heat Affective Zone*). Uji struktur makro untuk mengetahui diameter daerah las, sedangkan uji foto mikro untuk mengetahui daerah HAZ dan logam induknya. Berikut ini hasil uji metalografi untuk las beda material *aluminium* dan *stainless steel* dengan menggunakan *filler* dan *non filler*.

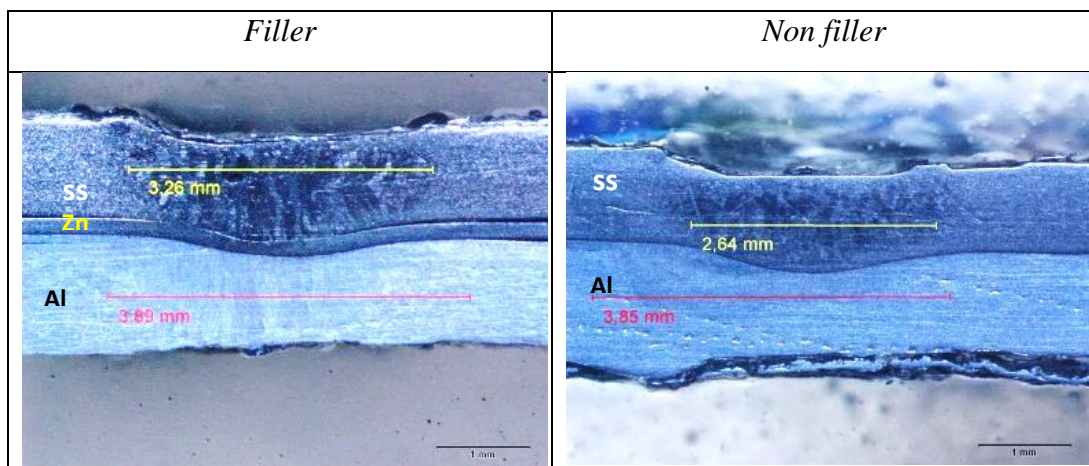
Tabel 4. Pengaruh arus dan waktu pada lebar *nugget*

Eksperimen	Arus (Ampere)	Waktu (detik)	Lebar <i>Nugget</i>			
			Dengan <i>Filler</i> (mm)		Tanpa <i>Filler</i> (mm)	
			Al	SS	Al	SS
1	6000	0.2	3,25	2,69	2,86	-
2		0.3	3,39	2,81	2,9	-
3		0.4	3,49	2,85	2,97	-
4	7000	0.2	3,66	2,98	3,57	-
5		0.3	3,72	3,03	3,63	-
6		0.4	3,79	3,08	3,69	-
7	8000	0.2	3,77	3,14	3,68	-
8		0.3	3,82	3,15	3,79	-
9		0.4	3,89	3,26	3,85	-



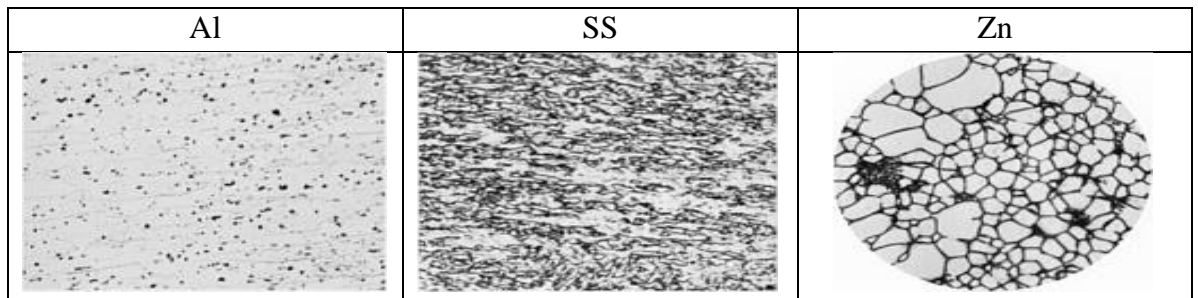
Gambar 8. Pengaruh variasi eksperimen (I².R.t) terhadap lebar *nugget aluminium*

Gambar 8 menunjukkan bahwa variasi waktu dan arus dapat mempengaruhi lebar diameter *nugget*. Hal ini membuktikan rumus $H = I^2 R t$, bahwa semakin besar arus yang mengalir (I) dan semakin lama waktu pengelasan (t) maka semakin besar pula panas yang timbul.

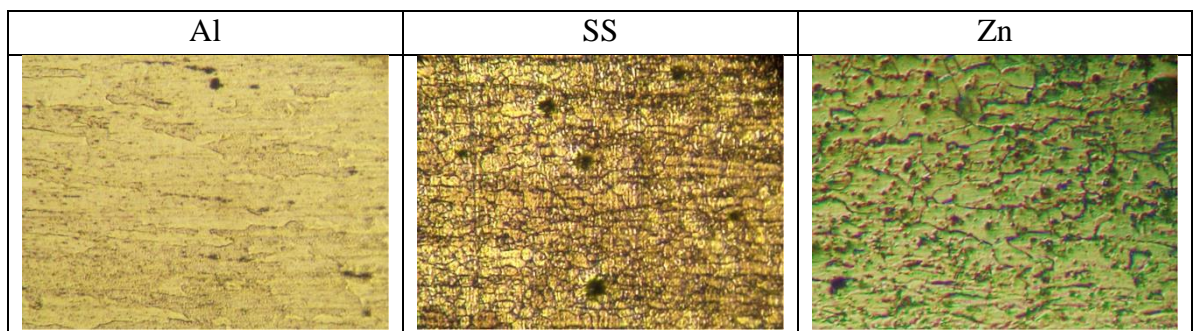


Gambar 9. Perbandingan foto makro *filler* dan *non filler*

Dari gambar 9 menunjukkan lebar diameter logam las (*nugget*) *stainless steel* terlihat lebih kecil daripada *aluminium*. Arghafani dkk (2016) menyatakan bahwa lembaran *aluminium* dengan lapisan *zinc* meleleh lebih besar pada pengelasan baja karbon daripada dengan *galvanis* saat pengelasan dan membentuk *nugget* karena melelehnya logam *zinc* terhadap *aluminium*. Hal ini juga berkaitan dengan titik lebur *aluminium* lebih kecil daripada titik lebur *stainless steel*. Sambungan pada daerah *nugget* pada las dengan menggunakan *filler* lebih besar dibandingkan dengan *non filler*. Dari gambar 9 terlihat bahwa lebar diameter *nugget aluminium* pada pengelasan menggunakan *filler* yaitu sebesar 3,89 mm, sedangkan *non filler* sebesar 3,85 mm. *Aluminium* cenderung meleleh sedangkan *stainless steel* terlihat tidak meleleh.

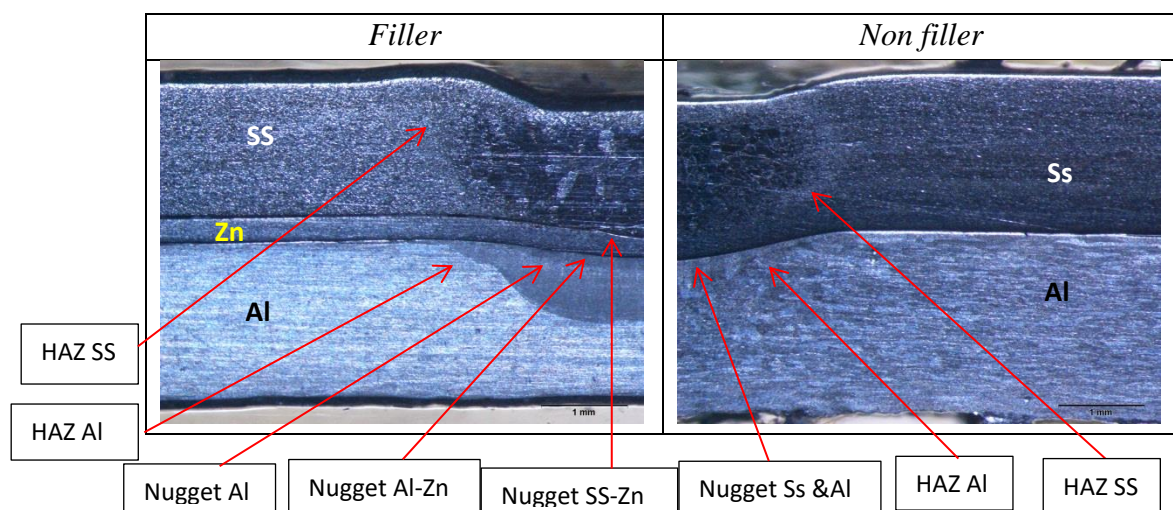


Gambar 10. Logam induk spesimen pada ASM Handbook Vol 9

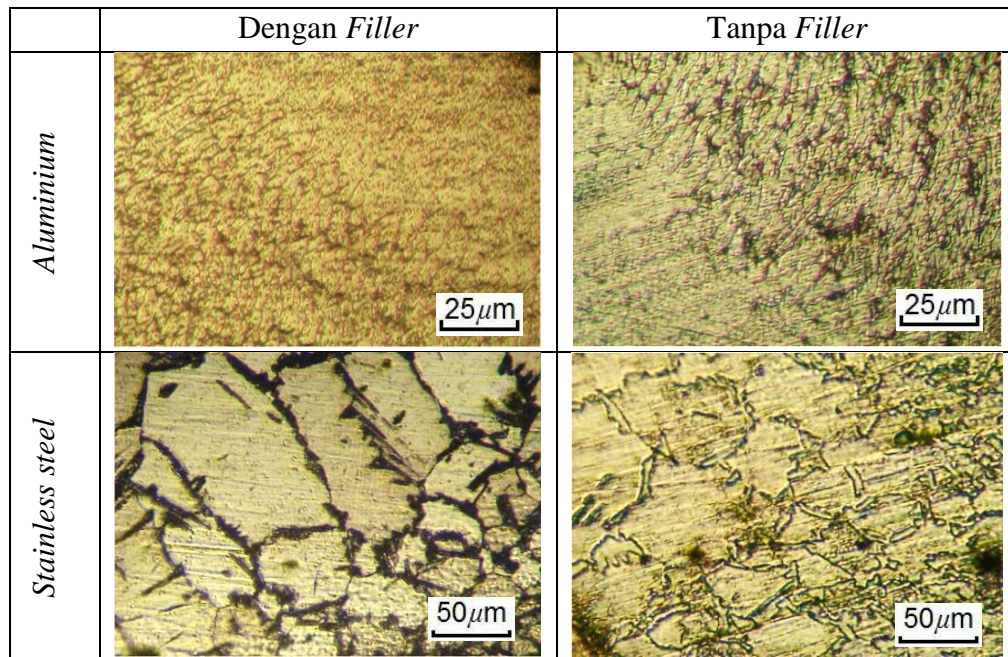


Gambar 11. Logam induk spesimen uji

Gambar 11 merupakan gambar yang diambil pada spesimen uji. Mikrostruktur pada spesimen sudah mendekati dan sesuai dengan ASM Handbook Vol 9.

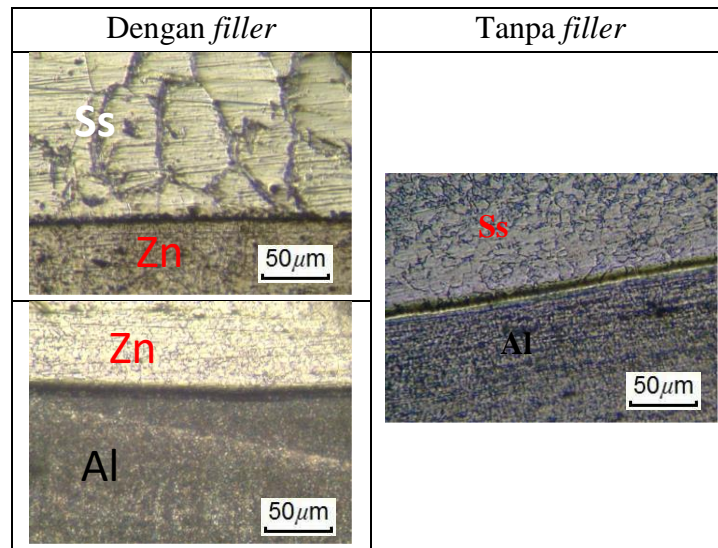


Gambar 12. Foto makro daerah HAZ dan *nugget*



Gambar 13. Hasil penelitian daerah HAZ *aluminium* dan *stainless steel* dengan *filler* dan tanpa *filler*.

Perubahan daerah HAZ dari gambar 13 yang menggunakan *filler* maupun *non filler* nampak berbeda. Pada *aluminium* butiran-butiran mengalami perubahan, pada daerah dengan *filler* nampak lebih kecil dibandingkan daerah *non filler*. Sedangkan pada *Stainless steel* butiran-butiran juga mengalami perubahan, pada daerah dengan *filler* nampak lebih besar dibandingkan daerah *non filler*. Butiran berubah menjadi besar dari logam induk. Hal ini disebabkan konduktivitas pada las menggunakan *filler* lebih kecil daripada *non filler*. Karena pada las menggunakan *filler zinc* luas permukaan las bertambah sehingga konduktivitas menurun.



Gambar 14. Data hasil penelitian daerah logam las pembesaran 100x

Daerah logam las pada sambungan *aluminium* dengan *stainless steel* menggunakan *filler* dan *non filler* pada gambar tidak menempel sempurna. Hal ini dikarenakan besar konduktivitas material yang berbeda. Daerah nugget *aluminium* membentuk butiran yang pipih karena terjadi peningkatan ukuran butir. Semakin kecil ukuran butir mengakibatkan peningkatan kekuatan logam tersebut. Batas butiran nugget *aluminium non filler zinc* lebih besar dibandingkan dengan yang menggunakan *filler zinc*. Sedangkan untuk *stainless steel*, batas butiran untuk *non filler* lebih kecil dibandingkan dengan *filler zinc*. Namun pencampuran material lebih melebur yang menggunakan *filler* daripada *non filler*.

4. PENUTUP

4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji komposisi kimia menunjukkan bahwa material *aluminium* tersebut merupakan seri 6019, hasil uji komposisi *stainless steel* termasuk dalam seri 430 *ferritic alloy*, sedangkan untuk uji komposisi *zinc* termasuk *zinc* paduan seri ZA-12.

2. Setiap kenaikan arus dan waktu, lebar diameter logam las meningkat. Pada pengelasan menggunakan *filler*, *nugget* lebih besar dibandingkan *non filler*.
3. Material *aluminium* dan *filler zinc* cenderung meleleh, sedangkan untuk *stainless steel* tidak meleleh namun terjadi perubahan butiran.
4. Hasil pengujian mikro, pada daerah HAZ *aluminium* berubah menjadi kecil, sedangkan pada *stainless steel* menjadi besar, karena konduktivitas *aluminium* lebih besar daripada *stainless steel*. Butiran *stainless steel* tidak dapat bercampur dengan *aluminium* maupun *filler zinc* sedangkan butiran *filler zinc* hanya dapat bercampur dengan butiran *aluminium*.

4.2 SARAN

Penelitian mengenai pengelasan beda material perlu dikembangkan lagi, dengan material yang berbeda ataupun material yang sama seperti penelitian ini dapat dikembangkan lebih luas dengan parameter lain, bisa juga dengan parameter yang sama namun material yang berbeda-beda. Untuk hasil penelitian yang optimal, alat-alat pendukung, alur pembuatan spesimen dan cara pengujian harus lebih teliti dan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Amstead, B.H., Djaprie, S (Alih Bahasa), 1995, *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, PT. Erlangga, Jakarta.

Arghavani, M. dkk. (2016). *Role of zinc layer in resistance spot welding of aluminium to steel*. doi: 10.1016/j.matdes.2016.04.033. Department of Materials Science and Engineering, Sharif University of Technology, P.O. Box 11365-9466, Azadi Ave., Tehran, Iran

ASM Handbook Vol 6. Pdf, 1993, *Welding Brazing and Soldering*, ASM Handbook Committee, United State.

ASM Handbook Vol 9. Pdf, 1998, *Metallography and Microstructures*, ASM Handbook Committee, United State.

ASM Handbook Vol 10. Pdf, 1998, *Material Characterization*, ASM Handbook Committee, United State.

ASME IX 2010, *Welding and Brazing Qualification*. American Society Mechanical Engineering, Three Park Avenue, New York, 10016 USA.

ASTM A751-01, 2001, *Standard Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products*, Bar Harbour, United State.

ASTM E407-07, 2007, *Test Method for microetching Metals and Alloy*, Bar Harbour, United State.

P.Penner, L. Liu, A. Gerlich, and Y. Zhou, 2014, *Dissimilar Spot Welding Of Aluminium to Magnesium With Zn-Coated Steel interlayers*: Welding Journal vol 93: 225-s – 231-s

Surdia. T, dan Saito. S, 1991, *Pengetahuan Bahan Teknik*, cetakan keenam, Pradnya pramita, Jakarta

Wirjosumarto, H. dan T. Okumura, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, cetakan kedelapan Pradya Pramita, Jakarta.